



P803096/W01

①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 102 03 511 A 1**

⑤1 Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**G 05 D 1/02**  
B 60 K 31/00  
B 60 T 7/12  
B 60 R 21/00  
G 08 G 1/16

②1 Aktenzeichen: 102 03 511.3  
②2 Anmeldetag: 30. 1. 2002  
④3 Offenlegungstag: 7. 8. 2003

DE 102 03 511 A 1

⑦1 Anmelder:  
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

⑦2 Erfinder:  
Knoop, Michael, 71638 Ludwigsburg, DE; Weilkes,  
Michael, 74343 Sachsenheim, DE; Oechsle, Fred,  
71642 Ludwigsburg, DE

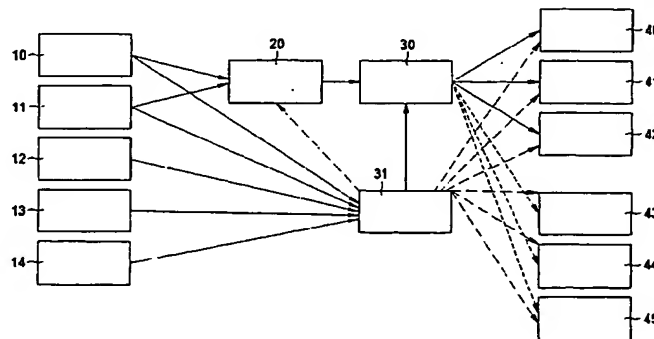
⑤6 Entgegenhaltungen:  
DE 43 38 244 C2  
DE 199 48 365 A1  
DE 196 33 704 A1  
DE 196 02 772 A1  
DE 44 07 757 A1  
EP 10 76 277 A2  
EP 09 01 929 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Verfahren und Vorrichtung zur prädiktiven Fahrdynamikregelung bezüglich der Kurvenkontrolle

⑤7 Vorrichtung zur Beeinflussung des Fahrverhaltens eines Kraftfahrzeugs im Sinne einer höheren Fahrsicherheit vor und während einer Kurvenfahrt, welche Umfeldgrößenermittlungsmittel zur Ermittlung wenigstens einer das Fahrzeugumfeld beschreibenden Größe enthält. Weiter enthält die Vorrichtung Gefährdungsermittlungsmittel, in denen abhängig von wenigstens der das Fahrzeugumfeld beschreibenden Größe die fahrdynamische Gefährlichkeit der vorliegenden Fahrsituation ermittelt wird sowie Maßnahmenbestimmungsmittel, in denen abhängig von der Gefährlichkeit der vorliegenden Fahrsituation Maßnahmen zur Erhöhung der Fahrsicherheit bestimmt werden sowie Aktormittel, durch welche die zur Erhöhung der Fahrsicherheit bestimmten Maßnahmen durchgeführt werden können. Der Kern der Erfindung besteht darin, dass Situationsbewertungsmittel vorhanden sind, durch die abhängig von wenigstens einer durch die Umfeldgrößenermittlungsmittel ermittelten Größe die Ermittlung der Gefährlichkeit der vorliegenden Fahrsituation oder die Bestimmung von Maßnahmen zur Erhöhung der Fahrsicherheit oder die Durchführung von Maßnahmen zur Erhöhung der Fahrsicherheit aktiviert oder deaktiviert werden.



DE 102 03 511 A 1

BEST AVAILABLE COPY

[0001] Die Erfindung geht aus von einer Vorrichtung zur Beeinflussung des Fahrverhaltens eines Kraftfahrzeugs im Sinne einer höheren Fahrsicherheit vor und während einer Kurvenfahrt nach den Merkmalen der Oberbegriffe der unabhängigen Ansprüche.

[0002] Aus der DE 196 02 772 A1 ist ein Warnsystem für ein Fahrzeug bekannt. Dieses Warnsystem schätzt die Möglichkeit der Außerkursfahrt eines Fahrzeuges bei Kurvenfahrt ab, bevor das Fahrzeug in die Kurve einfährt und gibt dem Fahrer eine korrekte Warnung. Das Warnsystem umfaßt

- eine Bilderkennungs Vorrichtung zum Erhalten dreidimensionaler Bilddaten betreffend die Straße und die Verkehrsbedingungen vor dem Fahrzeug durch Erkennen der Straßen-Verkehrsbedingungen,
- eine Kurvendetektier Vorrichtung zum Detektieren einer Kurve basierend auf den Bilddaten, bevor das Fahrzeug in die Kurve einfährt,
- eine Referenzgeschwindigkeitsberechnungsvorrichtung zum Berechnen einer Referenzkurvengeschwindigkeit, mit welcher Durchschnittsfahrer das Fahrzeug durch die Kurve fahren würden, und zwar basierend auf dem Krümmungsradius der Kurve und der Fahrspurbreite aufgrund der Bilddaten,
- eine Detektier Vorrichtung für die relative Kurvenschärfe zum Entscheiden, ob oder ob nicht die relative Kurvenschärfe kritisch ist, indem die Referenzkurvengeschwindigkeit mit der aktuellen Fahrgeschwindigkeit des Fahrzeuges verglichen wird,
- sowie eine Abschätz Vorrichtung für Außerkursfahrt zum Feststellen, wenn die Detektier Vorrichtung die relative Kurvenschärfe der Kurve als kritisch beurteilt hat, ob oder ob nicht der Fahrer gefahrenvermeidende Maßnahmen ausgehend von Signalen eingeleitet hat, welche Verzögerungsoperationen bezeichnen, und im Falle, daß keine gefahrenvermeidenden Maßnahmen eingeleitet worden sind, zum Entscheiden, dass Außerkursfahrt möglich ist und zum Abgeben einer Warnung.

[0003] Die Merkmale der Oberbegriffe der unabhängigen Ansprüche gehen aus der DE 196 02 772 A1 hervor.

#### Vorteile der Erfindung

[0004] Die Erfindung geht aus von einer Vorrichtung zur Beeinflussung des Fahrverhaltens eines Kraftfahrzeugs im Sinne einer höheren Fahrsicherheit vor und während einer Kurvenfahrt, welche

- Umfeldgrößenermittlungsmittel zur Ermittlung wenigstens einer das Fahrzeugumfeld beschreibenden Größe,
- Gefährdungsermittlungsmittel, in denen abhängig von wenigstens der das Fahrzeugumfeld beschreibenden Größe die fahrdynamische Gefährlichkeit der vorliegenden Fahrsituation ermittelt wird,
- Maßnahmenbestimmungsmittel, in denen abhängig von der Gefährlichkeit der vorliegenden Fahrsituation Maßnahmen zur Erhöhung der Fahrsicherheit bestimmt werden und
- Aktormittel, durch welche die zur Erhöhung der Fahrsicherheit bestimmten Maßnahmen durchgeführt

enthält.

[0005] Der Kern der Erfindung besteht darin, dass Situationsbewertungsmittel vorhanden sind, durch die abhängig von wenigstens einer durch die Umfeldgrößenermittlungsmittel ermittelten Größe

- die Ermittlung der fahrdynamischen Gefährlichkeit der vorliegenden Fahrsituation und/oder
- die Bestimmung von Maßnahmen zur Erhöhung der Fahrsicherheit und/oder
- die Durchführung von Maßnahmen zur Erhöhung der Fahrsicherheit

aktiviert oder deaktiviert wird.

[0006] Das Vorhandensein der Situationsbewertungsmittel ermöglicht einen modularen und sehr übersichtlichen Aufbau der Vorrichtung bzw. des Systems, wie er beispielsweise in Fig. 1 (diese Figur wird später ausführlich beschrieben) dargestellt ist. Unter dem Begriff der "fahrdynamischen Gefährlichkeit" wird dabei die Gefährlichkeit bzgl. des vorliegenden dynamischen Fahrzeugzustandes des Fahrzeuges verstanden, also z. B. eine zu hohe Geschwindigkeit oder eine zu hohe Querschleunigung.

[0007] Eine vorteilhafte Ausführungsform ist dadurch gekennzeichnet, dass durch die Situationsbewertungsmittel trotz Vorliegen einer durch die Gefährdungsermittlungsmittel ermittelten fahrdynamisch gefährlichen Fahrsituation die Bestimmung von Maßnahmen zur Erhöhung der Fahrsicherheit oder die Durchführung von Maßnahmen zur Erhöhung der Fahrsicherheit deaktiviert werden kann. Diese Deaktivierung erfolgt durch die Situationsbewertungsmittel.

[0008] Eine vorteilhafte Ausgestaltung dieser Ausführungsform ist dadurch gekennzeichnet, dass dann die Bestimmung von Maßnahmen zur Erhöhung der Fahrsicherheit oder die Durchführung von Maßnahmen zur Erhöhung der Fahrsicherheit deaktiviert wird, wenn

- die durch die Umfeldgrößenermittlungsmittel ermittelten Umfeldgrößen, welche die Fahrspur beschreiben, unplausibel sind und dadurch keine Erkennung des Fahrspurverlaufs mit ausreichender Sicherheit erlauben oder
- wenn ermittelte Indizien hinreichend stark auf einen Fahrerwunsch nach Verlassen der Fahrbahn hindeuten oder
- wenn durch die Umfeldgrößenermittlungsmittel ein Hindernis in der Fahrspur erfaßt wird.

[0009] Vorteilhaft ist weiterhin, wenn die durch die Gefährdungsermittlungsmittel ermittelte fahrdynamische Gefährlichkeit der vorliegenden Fahrsituation durch wenigstens ein Gefährdungsmaß, welches mehr als zwei unterschiedliche Werte annehmen kann, quantitativ beschrieben wird. Dadurch wird eine Einstufung der Gefährdung in verschiedene fahrdynamische Gefährlichkeitsklassen erlaubt.

[0010] Deshalb ist ein weiterer Vorteil dadurch gegeben, dass in den Maßnahmenbestimmungsmitteln, abhängig vom Wert des ermittelten Gefährdungsmaßes, unterschiedliche Maßnahmen zur Erhöhung der Fahrsicherheit bestimmt werden. Damit ergibt sich die vorteilhafte Möglichkeit, dass sich unter den Maßnahmen zur Erhöhung der Fahrsicherheit wenigstens zwei der nachfolgend aufgezählten Maßnahmen befinden, nämlich

- eine Warninformation an den Fahrer oder
- einer Vorbereitung des Bremssystems im Sinne einer

- Verringerung der Ansprechzeit oder
- eine Beeinflussung des Zusammenhangs zwischen Lenkradwinkel und Lenkwinkel oder
  - der Aufbau eines Schwimmwinkels, d. h. einem Winkel zwischen der Fahrzeuglängsachse und der Richtung der Fahrzeuggeschwindigkeit im Schwerpunkt des Fahrzeugs oder
  - ein Einleiten eines Bremsvorgangs oder
  - eine Herabsetzung der Auslöseschwellen von Rückhaltesystemen.

[0011] Eine weitere vorteilhafte Ausführungsform der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet dass wenigstens zwei unterschiedliche fahrdynamische Gefährdungsmaße ermittelt werden, abhängig von deren jeweiligem Wert unterschiedliche Maßnahmen zur Erhöhung der Fahrsicherheit durch die Maßnahmenbestimmungsmittel bestimmt werden. Dadurch wird die Kopplung von unterschiedlichen Gefährdungsmaßen mit unterschiedlichen Maßnahmen zur Erhöhung der Fahrsicherheit ermöglicht.

#### Zeichnung

[0012] Die Zeichnung besteht aus Fig. 1.

[0013] In Fig. 1. ist der Aufbau der vorliegenden Erfindung in Form eines Blockschaltbildes dargestellt.

#### Ausführungsbeispiele

[0014] Zunächst wird der prinzipielle Aufbau von Fig. 1 erläutert. Zunächst werden folgende Größen ermittelt:

- in Block 10 werden Fahrspurgrößen ermittelt,
- in Block 11 werden Fahrzeugbewegungsgrößen ermittelt,
- in Block 12 werden Hindernisse auf der Fahrbahn ermittelt,
- in Block 13 wird die Fahrzeugposition und -orientierung innerhalb der Fahrspur ermittelt und
- in Block 14 werden Fahrzeugbedienungsgrößen ermittelt.

[0015] Die Ausgangssignale der Blöcke 10 und 11 werden Block 20 zugeführt, welcher Gefährdungsermittlungsmittel enthält. In den Gefährdungsermittlungsmitteln wird die fahrdynamische Gefährlichkeit des momentanen Fahrzeugzustandes ermittelt. Durch den Begriff der "fahrdynamischen Gefährlichkeit" wird dabei unterstrichen, dass lediglich die Ausgangssignale der Blöcke 10 und 11 in Block 20 eingehen. Nicht erfasst wird jedoch unter dem Begriff der "fahrdynamischen Gefährlichkeit" eine mögliche Gefährdung durch Hindernisse auf der Fahrspur (Block 12).

[0016] Die Ausgangssignale von Block 20 werden an Block 30 weitergereicht, welcher Maßnahmenplanungsmittel enthält. Die Ausgangssignale von Block 30 wiederum werden den Aktorblöcken 40, 41, 42, 43, 44 und 45 zugeführt. Dabei enthält

- Block 40 ein Fahrdynamikregelungssystem oder Radschlupfregelungssystem,
- Block 41 ein aktives Bremssystem,
- Block 42 ein aktives Lenksystem,
- Block 43 wenigstens ein Warnsystem,
- Block 44 reversible Rückhaltesysteme und
- Block 45 irreversible Rückhaltesysteme.

[0017] Die Sperrung und/oder Freigabe von wenigstens einem der Blöcke 20, 30, 40, 41, 42, 43, 44 und 45 erfolgt

durch die Situationsbewertungsmittel 31.

[0018] Block 31 erhält seine Eingangssignale von den Blöcken 10, 11, 12, 13 und 14 und steuert über seine Ausgangssignale Block 30 sowie optional zusätzlich die Blöcke 20, 40, 41, 42, 43, 44 und 45 (deshalb sind die entsprechenden Pfeile gestrichelt eingezeichnet).

[0019] Im folgenden wird die Wirkungsweise der Erfindung nun detailliert anhand verschiedener Ausführungsformen beschrieben.

- Das vorgeschlagene System enthält eine Einrichtung zur Erfassung von Fahrzeugbewegungsgrößen, dargestellt in Block 11. Bei diesen Fahrzeugbewegungsgrößen kann es sich beispielsweise um Raddrehzahlen, um die Gierrate  $v_{Gi}$  oder um die Querbewegung  $a_y$  handeln. Aus diesen Größen wird die Längsgeschwindigkeit  $v_x$  ermittelt, sofern sie nicht unmittelbar erfasst wird.

[0020] Außerdem enthält das System eine fahrzeugautonom arbeitende Einrichtung zur Erfassung von Fahrumfeldgrößen.

- Dies sind unter anderem die Fahrspurgrößen, welche in Block 10 erfasst werden. Bei den Fahrspurgrößen handelt es sich beispielsweise um die Breite der Fahrbahn, um den Fahrbahnkrümmungsradius  $\rho$ , um die Änderung des Krümmungsradius (als  $\rho'$  bezeichnet) oder um die Existenz von Nebenfahrsuren.

- In Block 13 wird die Fahrzeugposition innerhalb der Fahrspur sowie die Fahrzeugorientierung relativ zur Fahrspur erfasst. Darunter versteht man beispielsweise die seitliche Ablage des Fahrzeuges in der Fahrspur (d. h. der Querversatz des Fahrzeuges aus der Fahrspurmitte heraus) oder die Erfassung des Winkels zwischen der Fahrspurtangente und der Fahrzeuglängsachse.

- In Block 12 werden Hindernisse auf der Fahrspur erfasst. Bei den Hindernissen kann es sich beispielsweise um andere Fahrzeuge handeln. Bezüglich dieser Hindernisse werden Größen wie der Längsabstand, die Querbewegung des Fahrzeuges relativ zum Hindernis oder die Relativgeschwindigkeit zwischen Fahrzeug und Hindernis erfasst.

[0021] Die Fahrspurgrößen, die Hindernisse und die Fahrzeugposition innerhalb der Fahrspur werden beispielsweise per Videosensor und nachgeschalteter Auswertungseinheit erfasst.

[0022] Für die Erfassung von Hindernissen kann zusätzlich zum Videosensor auch ein Radarsensor verwendet werden. Die Daten beider Sensoren werden dann per Sensordatenfusion zusammengeführt.

- In Block 14 werden die Fahrzeugbedienungsgrößen erfasst. Dabei geht es vor allem um die Ermittlung, ob ein Fahrerwunsch nach einem Verlassen der Fahrspur vorliegt.

[0023] Nach dem Einlesen und Aufbereiten der Signale wird in Block 20 zunächst ein Gefährdungsmaß berechnet, das aus einem Wert  $D$  oder aus mehreren Werten  $D_k$  ( $k = 1, \dots, K$ ) bestehen kann. Dieses Gefährdungsmaß beschreibt die fahrdynamische Gefährlichkeit der vorliegenden Fahrsituation. Fahrdynamisch gefährliche Fahrsituationen sind beispielsweise ein zu schnelles Einfahren in eine Kurve oder ein Schleudervorgang eines Fahrzeuges. Nicht als "fahrdynamisch gefährlich" (aber natürlich trotzdem gefährlich!)

BEST AVAILABLE COPY

wird beispielsweise das Vorhandensein eines Hindernisses auf der Fahrbahn bezeichnet.

[0024] Als Eingangssignale in Block 20 dienen dabei die Ausgangssignale von Block 10 (das sind die Fahrspurgrößen) und von Block 11 (das sind die Fahrzeugbewegungsgrößen). Im einfachsten Fall wird eine maximal zulässige Längsgeschwindigkeit  $v_{x\_max}$  auf Basis des erfaßten Krümmungsradius  $\rho$  der Fahrspur und der zulässigen Querbesehleunigung  $a_{y\_max}$  als Parameter berechnet. Dies kann beispielsweise gemäß der folgenden Formel erfolgen:

$$v_{x\_max} = \sqrt{a_{y\_max} \cdot \rho},$$

$\sqrt{\phantom{x}}$  bedeutet dabei die Quadratwurzel. Die Berechnung von  $v_{x\_max}$  ermöglicht damit die Berechnung eines Gefährdungsmaßes. Dieses ergibt sich beispielsweise aus der relativen Differenz zwischen der aktuellen Längsgeschwindigkeit  $v_x$  und  $v_{x\_max}$ :

$$D = (v_x - v_{x\_max})/v_{x\_max}.$$

[0025] Situationsabhängig sind auch komplexere Definitionen denkbar. Wird zusätzlich zum Krümmungsradius  $\rho$  auch dessen Gradient  $\rho'$  erfaßt, dann kann dieser zur Verbesserung der Prädiktion von  $v_{x\_max}$  verwendet werden. Damit wird eine räumlich weitreichendere Ermittlung des Krümmungsradius  $\rho$  (die zusätzliche räumliche Prädiktionsdistanz ist  $L$ ) ermöglicht. Dies geschieht gemäß der Beziehung

$$\rho_{ol} = \rho + L \cdot \rho'.$$

[0026] Dabei ist  $L$  die (möglicherweise geschwindigkeitsabhängige) zusätzliche Prädiktionsdistanz. Bei der angegebenen Formel handelt es sich um die ersten beiden Glieder einer Taylor-Reihenentwicklung. Bei  $\rho'$  handelt es sich um das Differential des Krümmungsradius geteilt durch das Differential der Bogenlänge. Mit dem Begriff der "Bogenlänge" ist dabei die Bogenlänge beispielsweise entlang des Mittelstreifens der Fahrbahn gemeint. Die Berechnung des Gradienten  $\rho'$  ermöglicht auch die Berechnung eines Gradienten  $v_{x\_max}'$  und damit die Zuordnung von verschiedenen Maximalgeschwindigkeiten zu verschiedenen Kurvenbereichen.

[0027] Anstelle eines Gefährdungsmaßes ist auch die Verwendung mehrerer Gefährdungsmaße denkbar. Die Berechnung mehrerer Gefährdungsmaße kann vorteilhaft sein, wenn mehrere Maßnahmen ausgelöst werden sollen. In Fortführung des einfachen Beispiels kann z. B. aus einem Parametersatz maximal zulässiger Querbesehleunigungen  $a_{y\_max\_k}$ , ( $k = 1, \dots, K$ ) ein Satz zulässiger Längsgeschwindigkeiten  $v_{x\_max\_k}$  ermittelt werden, und daraus wiederum ein Satz von Gefährdungsmaßen  $D_k$ . Die Gefährdungsmaße sind nicht zwingend der Größe nach geordnet. Hier soll folgendes anschauliche Beispiel gegeben werden:

Ein durchschnittlicher Autofahrer überschreitet kaum absichtlich eine Querbesehleunigung von  $5 \text{ m/sec}^2$ . Deshalb kann einem ersten Gefährdungsmaß eine Querbesehleunigung von beispielsweise  $6 \text{ m/sec}^2$  zugeordnet werden. Wird das mit dieser Querbesehleunigung berechnete erste Gefährdungsmaß  $D_1$  überschritten, werden beispielsweise Warnmaßnahmen ausgelöst (z. B. eine Warnung an den Fahrer abgegeben). Einem zweiten Gefährdungsmaß kann beispielsweise die Querbesehleunigung  $7 \text{ m/sec}^2$  zugeordnet werden. Überschreitet nun der Fahrer das mit dieser Querbesehleunigung berechnete zweite Gefährdungsmaß  $D_2$ , werden stärkere Maßnahmen, beispielsweise ein Bremsvor-

gang, ausgelöst.

[0028] Weiterhin enthält das System eine Situationsbewertung in Block 31 (Situationsbewertungsmittel), die anhand der erfassten Signale entscheidet, ob Eingriffe in die Fahrzeugbewegung oder andere Maßnahmen freigegeben werden oder nicht.

[0029] Eingriffe werden z. B. freigegeben, wenn eine Kurve mit einer hinreichend starken Krümmung erkannt wurde:

$$|\rho_{ol}| < \rho_{ho\_grenze}.$$

[0030] Dabei ist  $\rho_{ho\_grenze}$  ein maximaler Krümmungsradius.

[0031] Eingriffe werden z. B. gesperrt, wenn

1. die Fahrspurerfassung un plausible Daten liefert,
2. die Fahrspurerfassung den Verlauf der Fahrbahnrande mit geringer Güte erfasst,
3. unklar ist, ob der Fahrer der Kurve folgen möchte (z. B. weil die Fahrzeugposition und -orientierung relativ zum Fahrspurverlauf einen Wunsch nach Verlassen einer Fahrspur aufzeigen oder weil ein Fahrtrichtungsanzeiger gesetzt wurde) oder
4. weil ein Hindernis in der Fahrspur erfaßt wurde.

[0032] Weiterhin enthält das System eine Einrichtung zur Maßnahmenplanung (Maßnahmenbestimmungsmittel, Block 30), die aufgrund des Gefährdungsmaßes (in Block 20 berechnet) und der Freigabegrößen (in Block 31 berechnet) Maßnahmen auslöst.

[0033] Das sinnvolle Zusammenspiel der Gefährdungsermittlung (Block 20) und der Situationsbewertung (Block 31) wird exemplarisch anhand des folgenden Beispiels aufgezeigt:

- Ein Fahrer fährt zu schnell in eine Kurve, es besteht die Gefahr, dass das Fahrzeug nach außen von der Fahrbahn ab kommt.
- Diese Gefahr wird von den Gefährdungsermittlungsmitteln 20 erkannt. Die vorliegende Situation wird als fahrdynamisch gefährlich eingestuft.
- Zugleich wird jedoch durch Block 12 ein Hindernis auf der Fahrspur erkannt.
- Deshalb ist es nicht sinnvoll, durch die Maßnahmenplanungsmittel 30 zwangsweise Maßnahmen zur Spurhaltung zu planen und diese dann durch die Aktormittel (40, 41, 42) durchzusetzen.
- In diesem Fall wird durch die Situationsbewertungsmittel 31 die Maßnahmenplanung in den Maßnahmenplanungsmitteln 30 untersagt und damit keine zwangsweise Spurhaltung aktiviert. Dies hängt damit zusammen, dass in diesem Fall das Abkommen von der Fahrbahn als das kleinere Übel gegenüber dem Aufprall auf das Hindernis erscheint.

[0034] In Abhängigkeit des Wertes bzw. eines ersten Wertes des Gefährdungsmaßes und der Freigabe wird eine Fahrerwarnung durchgeführt. Diese Fahrerwarnung kann optisch, akustisch oder durch eine kurze Warnbremsung erfolgen.

[0035] In Abhängigkeit des Wertes bzw. eines weiteren Wertes des Gefährdungsmaßes und der Freigabe werden vorausschauende Maßnahmen an der Bremsanlage eingeleitet, um den Fahrer bei der Verzögerung des Fahrzeugs zu unterstützen:

1. Zur Verringerung der Ansprechzeit der Bremsan-

lage können vorbereitende Maßnahmen an der Bremsanlage getroffen werden. Eine Scheibenbremse kann beispielsweise in unmittelbare Bremsbereitschaft versetzt werden, indem die Bremsbeläge durch Vorbefüllung der Radbremszylinder an die Bremsscheibe angelegt werden (Verringerung des Lüftspiels).

2. Zur Unterstützung der Fahrerreaktion besteht außerdem die Möglichkeit, die Ansprechschwellen eines Bremsassistenten so zu verringern, dass schon bei moderater Betätigung des Bremspedals eine Vollbremsung ausgelöst wird.

3. Außerdem ist denkbar, dass zusätzlich zur Veränderung der Ansprechschwellen auch der vom Bremsassistenten erzeugte Vordruck so eingestellt wird, dass das Fahrzeug bei Kurveneintritt automatisch auf  $v_{x\_max}$  verzögert wird.

[0036] In Abhängigkeit des Wertes bzw. eines weiteren Wertes des Gefährdungsmaßes und der Freigabe wird ein Fahrdynamikregelungssystem (z. B. ESP = "electronic stability program", FDR = "Fahrdynamikregelung") oder ein Verbundsystem für die Fahrzeugbewegungsregelung mit mehreren Fahrwerkstellern so umparametriert, dass die Gierreaktion des Fahrzeugs auf Lenkradbetätigung des Fahrers verbessert wird und die Stabilität während der Kurvenfahrt erhöht wird.

[0037] Wenn das Fahrzeug über eine aktive Lenkanlage mit Möglichkeit zur Lenkwinkelmodifikation verfügt, dann werden in Abhängigkeit des Wertes bzw. eines weiteren Wertes des Gefährdungsmaßes und der Freigabe die Parameter der aktiven Lenkung modifiziert, um ein besseres Ansprechen der Gierbewegung des Fahrzeugs auf die Lenktätigkeit des Fahrers zu erreichen.

- Dies erfolgt z. B. durch Einstellung einer direkteren Lenkübersetzung, so dass bei gleichem Lenkradwinkel ein größerer Radlenkwinkel (am Vorderrad) entsteht.
- Dies kann auch durch die Addition eines Zusatzlenkwinkels (= Lenkvorhalt, dieser ist beispielsweise proportional zur Lenkradwinkelgeschwindigkeit) erfolgen, so dass der Radlenkwinkel (am Vorderrad) dem Lenkradwinkel voreilt, sobald der Fahrer zu lenken beginnt.

[0038] In Abhängigkeit des Wertes bzw. eines weiteren Wertes des Gefährdungsmaßes und der Freigabe werden vorausschauende Maßnahmen eingeleitet, um einen Schwimmwinkel aufzubauen, so dass sich die Seitenführungskräfte an den Rädern frühzeitig aufbauen:

- Bei Fahrzeugen mit aktiver Lenkanlage kann der Schwimmwinkel durch einen kurzen Radlenkwinkelimpuls unmittelbar vor der Einfahrt in die Kurve erzeugt werden.
- Auch ein radselektiver Bremsengriff kann zur Erzeugung eines Schwimmwinkels verwendet werden. Dabei wird das Fahrzeug zugleich verzögert, was sich fast immer bei einer kritischen Situation als günstig erweist.

[0039] In Abhängigkeit des Wertes bzw. eines weiteren Wertes des Gefährdungsmaßes und der Freigabe wird das Fahrzeug zur Vermeidung einer fahrdynamisch kritischen Situation durch einen automatischen Bremsengriff an allen Rädern verzögert.

[0040] In Abhängigkeit des Wertes bzw. eines weiteren Wertes des Gefährdungsmaßes und der Freigabe werden die Auslöseschwellen irreversibler Rückhaltesysteme (z. B.

Airbags) verändert.

[0041] In Abhängigkeit des Wertes bzw. eines weiteren Wertes des Gefährdungsmaßes und der Freigabe werden reversible Rückhaltesysteme (z. B. Gurtstraffer) ausgelöst.

[0042] Damit erhöht das vorgeschlagene Verfahren die Verkehrssicherheit bei zu schnell angefahrenen Kurven durch

- Warnung des Fahrers und/oder
- Vorbereitung der Bremsanlage (Verringerung der Ansprechzeit der Bremse) und/oder
- Verbesserung des Gieransprechverhaltens durch Veränderung der Parameter einer aktiven Lenkanlage (z. B. Veränderung der Lenkübersetzung) und/oder
- Eingriffe in die Fahrzeugbewegung zur Einleitung einer Gierbewegung und/oder
- Eingriffe in die Fahrzeugbewegung zur Fahrzeugverzögerung und/oder
- Vorkonditionierung irreversibler Rückhaltesysteme und/oder
- Auslösung reversibler Rückhaltesysteme.

[0043] Dabei arbeitet das Verfahren fahrzeugautonom, es greift weder auf digitale Karten- und Ortungssysteme noch auf straßenseitige Einrichtungen (Reflektoren, Sender) zurück. Damit ist das Verfahren auch zur Verwendung in einer bzgl. der Straßeninfrastruktur schlecht erschlossenen Gegend geeignet.

#### Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Beeinflussung des Fahrverhaltens eines Kraftfahrzeugs im Sinne einer höheren Fahrsicherheit vor und während einer Kurvenfahrt, welche Umfeldgrößenermittlungsmittel (10, 12, 13) zur Ermittlung wenigstens einer das Fahrzeugumfeld beschreibenden Größe, Gefährdungsermittlungsmittel (20), in denen abhängig von wenigstens der das Fahrzeugumfeld beschreibenden Größe die fahrdynamische Gefährlichkeit der vorliegenden Fahrsituation ermittelt wird, Maßnahmenbestimmungsmittel (30), in denen abhängig von der fahrdynamischen Gefährlichkeit der vorliegenden Fahrsituation Maßnahmen zur Erhöhung der Fahrsicherheit bestimmt werden und Aktormittel (40, 41, 42, 43, 44, 45), durch welche die zur Erhöhung der Fahrsicherheit bestimmten Maßnahmen durchgeführt werden können, enthält, **dadurch gekennzeichnet**, dass Situationsbewertungsmittel (31) vorhanden sind, durch die abhängig von wenigstens einer durch die Umfeldgrößenermittlungsmittel (10, 12, 13) ermittelten Größe die Ermittlung der fahrdynamischen Gefährlichkeit der vorliegenden Fahrsituation (20) oder die Bestimmung von Maßnahmen zur Erhöhung der Fahrsicherheit (30) oder die Durchführung von Maßnahmen zur Erhöhung der Fahrsicherheit (40, 41, 42, 43, 44, 45) aktiviert oder deaktiviert (100) wird.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass durch die Situationsbewertungsmittel (31) trotz Vorliegen einer durch die Gefährdungsermittlungsmittel (20) als fahrdynamisch gefährlich ermittelten Fahrsituation die Bestimmung von Maßnahmen zur Erhöhung der Fahrsicherheit oder die Durchführung von Maßnahmen zur Erhöhung der Fahrsicherheit deaktiviert (100) werden kann.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,

zeichnet, dass dann die Bestimmung von Maßnahmen zur Erhöhung der Fahrsicherheit (30) oder die Durchführung von Maßnahmen zur Erhöhung der Fahrsicherheit (40, 41, 42, 43, 44, 45) deaktiviert wird, wenn die durch die Umfeldgrößenermittlungsmittel ermittelten Umfeldgrößen, welche die Fahrspur beschreiben (10), unplausibel sind und dadurch keine Erkennung des Fahrspurverlaufs mit ausreichender Sicherheit erlauben oder wenn ermittelte Indizien hinreichend stark auf einen Fahrerwunsch nach Verlassen der Fahrbahn hindeuten (11, 12, 13, 14) oder wenn durch die Umfeldgrößenermittlungsmittel ein Hindernis in der Fahrspur erfaßt wird (12).

4. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die durch die Gefährdungsermittlungsmittel (20) ermittelte Gefährlichkeit der vorliegenden Fahrsituation durch wenigstens ein Gefährdungsmaß (D), welches mehr als zwei unterschiedliche Werte annehmen kann, quantitativ beschrieben wird.

5. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass in den Maßnahmenbestimmungsmitteln (30), abhängig vom Wert des ermittelten Gefährdungsmaßes (D), unterschiedliche Maßnahmen zur Erhöhung der Fahrsicherheit bestimmt werden.

6. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass sich unter den Maßnahmen zur Erhöhung der Fahrsicherheit wenigstens zwei der nachfolgend aufgezählten Maßnahmen befinden, nämlich eine Warninformation an den Fahrer (43) oder einer Vorbereitung des Bremssystems (41) im Sinne einer Verringerung der Ansprechzeit oder eine Beeinflussung des Zusammenhangs zwischen Lenkradwinkel und Lenkwinkel (42) oder der Aufbau eines Schwimmwinkels, d. h. einem Winkel zwischen der Fahrzeuglängsachse und der Richtung der Fahrzeuggeschwindigkeit im Schwerpunkt des Fahrzeugs (40) oder ein Einleiten eines Bremsvorgangs (41) oder eine Herabsetzung der Auslöseschwellen von Rückhaltesystemen (44, 45).

7. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens zwei unterschiedliche Gefährdungsmaße (D 1, D 2) ermittelt werden, abhängig von deren jeweiligem Wert unterschiedliche Maßnahmen zur Erhöhung der Fahrsicherheit durch die Maßnahmenbestimmungsmittel (30) bestimmt werden.

8. Verfahren zur Beeinflussung des Fahrverhaltens eines Kraftfahrzeugs im Sinne einer höheren Fahrsicherheit vor und während einer Kurvenfahrt, bei dem wenigstens eine das Fahrzeugumfeld beschreibende Größe ermittelt wird (10, 12, 13), abhängig von wenigstens der das Fahrzeugumfeld beschreibenden Größe (10, 12, 13) die fahrdynamische Gefährlichkeit der vorliegenden Fahrsituation ermittelt wird (20), abhängig von der fahrdynamischen Gefährlichkeit der vorliegenden Fahrsituation Maßnahmen zur Erhöhung der Fahrsicherheit bestimmt werden (30) und die zur Erhöhung der Fahrsicherheit bestimmten Maßnahmen durchgeführt werden können (40, 41, 42, 43, 44, 45), dadurch gekennzeichnet, dass die Ermittlung der fahrdynamischen Gefährlichkeit der vorliegenden Fahrsituation (20) oder die Bestimmung von Maßnahmen zur Erhöhung der Fahrsicherheit (30) oder die Durchführung von Maßnahmen zur Erhöhung der

Fahrsicherheit (40, 41, 42, 43, 44, 45) abhängig von wenigstens einer das Fahrzeugumfeld beschreibenden Größe (10, 12, 13) aktiviert oder deaktiviert (100) werden kann.

---

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

---

- Leerseite -

**BEST AVAILABLE COPY**

